

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-351431

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl.

G09G 3/36
G02F 1/133
G09G 3/20
G09G 3/34
H04N 5/66

(21)Application number : 2001-162776

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 30.05.2001

(72)Inventor : YANO TOMOYA

(54) DISPLAY DRIVING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable excellent gradation representation even by combination of a modulating element which is said to be slow in response speed, and PWM driving.

SOLUTION: A subfield output pattern is generated which does not have a plurality of independent light output periods in the time width of one frame and the PWM driving is performed with the subfield output pattern. Consequently, an arbitrary number of gradations can be obtained by performing the PWM driving by using the modulating element (display element) whose response speed is said to be slow enough not to respond to the time of each subfield.

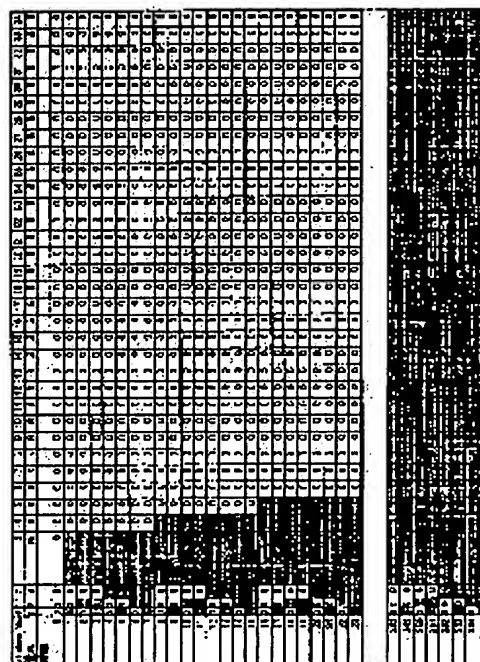


図1 図2 図3 図4 図5 図6 図7 図8 図9 図10 図11 図12 図13 図14 図15 図16 図17 図18 図19 図20 図21 図22 図23 図24 図25 図26 図27 図28 図29 図30 図31 図32 図33 図34 図35 図36 図37 図38 図39 図40 図41 図42 図43 図44 図45 図46 図47 図48 図49 図50 図51 図52 図53 図54 図55 図56 図57 図58 図59 図60 図61 図62 図63 図64 図65 図66 図67 図68 図69 図70 図71 図72 図73 図74 図75 図76 図77 図78 図79 図80 図81 図82 図83 図84 図85 図86 図87 図88 図89 図90 図91 図92 図93 図94 図95 図96 図97 図98 図99 図100

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-351431
(P2002-351431A)

(43)公開日 平成14年12月6日(2002.12.6)

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-マ-ト*(参考) |
|--------------------------|-------|---------------|-----------------|
| G 0 9 G 3/36 | | G 0 9 G 3/36 | 2 H 0 9 3 |
| G 0 2 F 1/133 | 5 1 0 | G 0 2 F 1/133 | 5 1 0 5 C 0 0 6 |
| | 5 3 5 | | 5 3 5 5 C 0 5 8 |
| | 5 4 5 | | 5 4 5 5 C 0 8 0 |
| | 5 7 5 | | 5 7 5 |

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-162776(P2001-162776)

(22)出願日 平成13年5月30日(2001.5.30)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 谷野 友哉

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74)代理人 100086841

弁理士 脇 篤夫 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示駆動方法

(57)【要約】

【課題】 応答速度が低いとされる変調素子とPWM駆動の組み合わせによっても良好な階調表現が行われるようにする。

【解決手段】 1フレームとされる時間幅内において複数の独立した光出力期間が存在しないようにされたサブフィールド出力パターンを形成し、このサブフィールド出力パターンによってPWM駆動を行うようにされる。これにより、応答速度が各サブフィールドの時間に応答しないとされる程度に遅いとされる変調素子(表示素子)を用いてPWM駆動を行うことによっても任意の階調数を得ることができる。

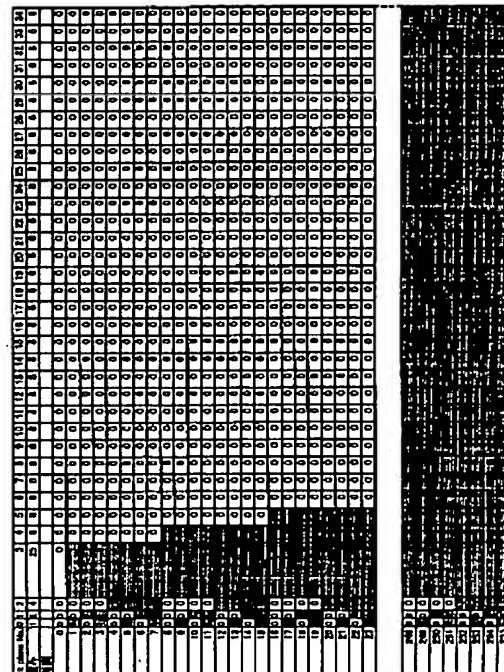


図1 時間上サブフィールド出力の並び(第1例)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パルス幅変調方式によって表示素子を駆動して画像表示を行うための表示駆動方法において、1 フレームとされる時間幅内において複数の独立した光出力期間が存在しないようにされたサブフィールド出力パターンが得られるように、入力値であるビットデータについて演算を行う演算処理と、上記演算処理によって得られた上記サブフィールド出力パターンによって表示素子を駆動する駆動処理と、を実行するように構成されることを特徴とする表示駆動方法。

【請求項 2】 上記演算処理は、上記サブフィールド出力パターンとして、最上位ビットを含む複数ビットが連続的に出力されるように演算を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の表示駆動方法。

【請求項 3】 上記演算処理は、上記サブフィールド出力パターンとして、1 フレーム期間内において下位ビットから順に出力されるように演算を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の表示駆動方法。

【請求項 4】 光源と、表示素子と、色を時間的に切り換える色切り換え素子を備えてフィールドシーケンシャル表示方式によりカラー画像を表示するようにされると共に、パルス幅変調方式によって上記表示素子を駆動する表示装置における表示駆動方法において、上記色切り換え素子により色が切り換わる過渡期間である色切り換え期間において、色切り換えが行われる前後の色についての混合色が得られるようにされたサブフィールド出力パターンが得られるように、入力値であるビットデータについて演算を行う演算処理と、上記演算処理によって得られた上記サブフィールド出力パターンによって表示素子を駆動する駆動処理と、を実行するように構成されることを特徴とする表示駆動方法。

【請求項 5】 上記演算処理は、上記色切り換え期間を 1 つのサブフィールドによって形成するように演算を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の表示駆動方法。

【請求項 6】 上記色切り換え期間の平均透過率が、この色切り換え期間以外の期間の平均透過率とほぼ等しくなるように、上記色切り換え素子を駆動する駆動処理、を実行することを特徴とする請求項 4 に記載の表示駆動方法。

【請求項 7】 上記色切り換え期間は、上記表示素子の応答時間により定めることを特徴とする請求項 4 に記載の表示駆動方法。

【請求項 8】 上記演算処理は、入力値が原色表示に対応したものであるときは、上記色切り換え期間におけるサブフィールドを出力しないようにされたサブフィールド出力パターンとなるように演算

を行う、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の表示駆動方法。

【請求項 9】 入力信号を原色信号と混合色に分離する信号分離処理と、

原色信号についてゲイン調整を行うゲイン調整処理と、ゲイン調整された原色信号と、混合色信号とを利用してマトリクス変換を行うことで上記入力値を生成する生成処理と、

を実行することを特徴とする請求項 8 に記載の表示駆動方法。

【請求項 10】 パルス幅変調によって表示素子を駆動して画像表示を行うための表示駆動方法において、入力値としてのビットデータについて演算を行って所要のサブフィールド出力パターンを得る演算処理と、上記表示素子に印加すべき電圧実効値を調整するための調整用サブフィールドを上記サブフィールド出力パターンに対して挿入する挿入処理と、上記調整用サブフィールドが挿入された上記サブフィールド出力パターンによって表示素子を駆動する駆動処理と、を実行するようにされることを特徴とする表示駆動方法。

【請求項 11】 上記演算処理は、上記サブフィールド出力パターンとして、最上位ビットを含む複数ビットが連続的に出力するものとされ、上記駆動処理は、上記調整用サブフィールドを、上記複数ビットの連続的な出力の最下位ビット側に配置するようにして挿入する、

ことを特徴とする請求項 10 に記載の表示駆動方法。

【請求項 12】 パルス幅変調によって表示素子を駆動して画像表示を行うための表示駆動方法において、入力値としてのビットデータについて演算を行って所要のサブフィールド出力パターンを得る演算処理と、上記調整用サブフィールドが挿入された上記サブフィールド出力パターンによって表示素子を駆動するものとされ、上記サブフィールド出力パターンを形成する各サブフィールドについて、上記表示素子に印加すべき電圧実効値に応じて調整された出力時間となるように駆動する駆動処理と、を実行するようにされることを特徴とする表示駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数のサブフィールド（ビットプレーン）から成るとされる PWM 制御によって表示素子を駆動する表示駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 表示素子として各種の光変調素子を利用

したものが広く知られている。そして、例えばこのような変調素子を表示素子として用いたディスプレイにおいては、光変調のための表示駆動方式として、PWM(Pulse Width Modulation)方式が知られている。このPWM方式は、例えば光源輝度は一定とした上で、オン/オフ(発光/非発光)による2値の表示状態の時間幅を変換することによって階調表現をするものである。PWM方式においては、特にサブフィールド(又はビットプレーン(bit plane))を利用した駆動方式が知られている。この駆動方式は、上記したオン/オフ(発光(白)/非発光(黒))による2値の表示状態であり、データビットの重みによって時間幅が設定されるビットプレーンの組み合わせを形成するようにしている。そして、これら複数のビットプレーン(サブフィールド)の組み合わせによって表示素子を駆動することで階調を表現するものである。

【0003】上記したようなサブフィールドから成るPWM方式は、PDP、DMDなどで実用化されており、また、強誘電性液晶を用いたLCOSにおける適用が提案されている。また、例えば液晶を変調素子として用いようとするれば、その材料としてはFLCを候補として挙げることができる。このように、PWM方式に適合して利用可能であるとされる変調素子は、オン/オフ(発光/非発光)という2値の状態の選択であることと、1サブフィールド期間の時間長に対応する程度に高速応答であることを前提としている。つまり、PWM方式では、ビットデータ(ビットプレーン)ごとの時間幅の組み合わせによって階調を表現することから、高速な応答性を有していなければ各ビットプレーンの光出力は正確に2値とはならないのである。

【0004】そして、上記のようなPWM方式による表示駆動を行うのにあたっては、時間幅で重み付けをする必要がある。そして、最下位ビットの時間幅は、次のようにして表すことができる。

【数1】

$$T_{LSB} = \frac{t_f}{2^n - 1}$$

T_{LSB} : 最小ビット時間幅

t_f : フレーム周波数

n : ビット数

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記(数1)として示される式に基づけば、例えば10ビットにより階調表現を行うとして、フレーム周波数=60Hzであるとすれば、最下位ビットの時間幅は16μsとなる。例えばネマティック液晶などは、周知のように応答時間は数ms程度と比較的低速であり、上記した16μsの最下位ビット時間幅と比較しても長い。したがっ

て、或る程度以上に応答性が低いとされる表示素子についてPWM方式を適用しても入力値に応じた良好な階調表現はできないことになる。

【0006】

【課題を解決するための手段】そこで本発明は、応答性が低いとされる表示素子とPWM方式とを組み合わせることで良好な階調表現を可能とする表示駆動方法を提案し、これによって、表示装置としての利点が得られるようにすることを目的とする。

【0007】このため、パルス幅変調方式によって表示素子を駆動して画像表示を行うための表示駆動方法として次のように構成する。つまり、1フレームとされる時間幅内において複数の独立した光出力期間が存在しないようにされたサブフィールド出力パターンが得られるように、入力値であるビットデータについて演算を行う演算処理と、この演算処理によって得られた上記サブフィールド出力パターンによって表示素子を駆動する駆動処理とを実行するように構成する。

【0008】上記構成によれば、PWM駆動のためのサブフィールド出力パターンとしては、1フレームとされる時間幅内において複数の独立した光出力期間が存在しないようにされているが、これによつては、表示素子の階調表現として実効値応答の概念を導入することが可能となる。

【0009】また、光源と、表示素子と、色を時間的に切り換える色切り換え素子を備えてフィールドシーケンシャル表示方式によりカラー画像を表示するようにされると共に、パルス幅変調方式によって上記表示素子を駆動する表示装置における表示駆動方法としては、次のように構成する。つまり、色切り換え素子により色が切り換わる過渡期間である色切り換え期間において、色切り換えが行われる前後の色についての混合色が得られるようにされたサブフィールド出力パターンが得られるように、入力値であるビットデータについて演算を行う演算処理と、この演算処理によって得られたサブフィールド出力パターンによって表示素子を駆動する駆動処理とを実行するように構成する。

【0010】上記構成では、フィールドシーケンシャル方式といわれるカラー画像の表示方式のもとで、色切り換えが行われる色切り換え期間を利用して混合色表示を行うようにされるが、これによつては、例えば色切り換え期間を表示に利用しないとするこれまでのフィールドシーケンシャル方式対応のPWM駆動の場合と比較して、1フィールド期間内における光出力の有効期間が長くなる。つまり、より高い白ピーク輝度を得ることが可能になる。

【0011】また、パルス幅変調によって表示素子を駆動して画像表示を行うための表示駆動方法として、入力値としてのビットデータについて演算を行って所要のサブフィールド出力パターンを得る演算処理と、表示素子

に印加すべき電圧実効値を調整するための調整用サブフィールドを上記サブフィールド出力パターンに対して挿入する挿入処理と、調整用サブフィールドが挿入されたサブフィールド出力パターンによって表示素子を駆動する駆動処理とを実行するように構成する。

【0012】また、パルス幅変調によって表示素子を駆動して画像表示を行うための表示駆動方法として、次のようにも構成する。つまり、入力値としてのビットデータについて演算を行って所要のサブフィールド出力パターンを得る演算処理と、調整用サブフィールドが挿入されたサブフィールド出力パターンによって表示素子を駆動するものとされ、サブフィールド出力パターンを形成する各サブフィールドについて、表示素子に印加すべき電圧実効値に応じて調整された出力時間となるように駆動する駆動処理とを実行するように構成する。

【0013】上記各構成によつては、サブフィールド出力パターンに対して電圧実効値に応じた出力期間の調整用サブフィールドを挿入するようにされる。または、サブフィールド出力パターンを形成する各サブフィールドについて、表示素子に印加すべき電圧実効値に応じて調整された出力時間となるように表示駆動を行うようにされる。そして、このような駆動方法によれば、調整用サブフィールドの出力期間若しくは各サブフィールドの出力時間を調整することで、 γ 特性に基づく最適駆動条件に適合するようにして電圧実効値を調整することが可能になる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態としての表示素子の駆動方法について説明を行っていくこととする。以降の説明は次の順序で行っていく。

1. 本実施の形態の表示駆動方法についての考察
2. 考察に基づくサブフィールドの再構成
3. 本実施の形態としての表示駆動方法（第1例）
4. 本実施の形態としての表示駆動方法（第2例）

【0015】1. 本実施の形態の表示駆動方法についての考察

本実施の形態は、例えばネマティック液晶などの比較的応答性の低い表示素子とPWM方式による表示駆動（サブフィールド駆動）との組み合わせによつても適正に階調表現が行われるための構成を提案するものであるが、本実施の形態としての表示駆動方法を述べるのに先立ち、その前提として考察を行った内容を以下に示していくこととする。

【0016】＜PWM方式と実効値応答＞ネマティック液晶は応答性が比較的遅い変調素子として知られているが、このような液晶についての駆動を考える上での概念の1つとして、いわゆる「実効値応答」がある。例えば、STN(super-twisted nematic)等のノンメモリー型ディスプレイの駆動（単純マトリクス駆動）に、この実効値応答の概念が使われている。

【0017】液晶に印加される電圧は実効値と見なされる。実効値は瞬時値の2乗平均である。そして、この実効値に対応する透過率変化は時間平均で示される。この時の実効値—平均透過率の特性は、応答速度が駆動周波数に対して十分遅い場合にはスタティック駆動の電圧—透過率特性と概ね一致するものである。なお、以降において、応答速度が十分に遅いとされる場合を「実効値応答」ということにする。そして、実効値応答については次に示すようにして表される。

【数2】

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{t_f} \int_0^{t_f} \{V(t)\}^2 dt}$$

$$T_{eff} = \frac{1}{t_f} \int_0^{t_f} T(t) dt$$

$T(t)$: 透過率

$V(t)$: 印加電圧波形

t_f : フレーム周期

【0018】ここで、PWM方式に対して上記した実効値応答の概念が採用できるのであれば、従来として説明したような、例えば液晶などに代表される変調素子の応答速度が最小ビット時間幅（TLBS）以下である必要はない。つまり、変調素子への入力パルスの実効値とそれに対応する平均透過率が求められさえすれば、階調表現のための変調を行うことが可能となるわけである。これは即ち、PWM方式による駆動として、通常の高速応答の変調素子を使用する場合には、各サブフィールドの光出力に対して人間の視覚系の時間的積分効果を利用して、実効値応答の変調素子を使用するとした場合には、変調素子への入力電圧の積分効果を利用すれば同等の階調表現が可能となるということを意味している。

【0019】また、変調素子の γ 特性は、高速応答の素子においては1となるのであるが、実効値応答と見なせる場合の γ 特性は、入力パルス幅と実効値との関係、及び実効値と変調素子の光出力との関係に依存する。人間の視覚特性は線形ではなく、低域の階調の分解能が高いのに対して、高域の階調の分解能が低いことが分かっている。このため、変調素子の γ 特性は2～3程度が良いとされている。

【0020】ここで、周知のように、 γ 特性が1である一般的なPWM駆動素子（高速応答の素子）の場合には256階調を再現するために10ビット以上が必要とされている。これに対して、実効値応答と見なせる程度に応答性が低いとされる変調素子の場合にはどのようにするのかを考察してみることとする。

【0021】実効値応答と見なせる変調素子における入

カパルス幅と実効値の関係として、各階調の入力（パルス幅）に対する実効値増分比率を調べたところ、図18及び図19に示す結果が得られた。ここで、図18は、印加電圧を増加させた場合に透過率が高くなるいわゆるノーマリーブラック（N/B）の特性を示し、図19は、印加電圧を増加させた場合に透過率が低下するノーマリーホワイト（N/W）の特性を示している。また、ここでは選択する電圧を低い方からV1、V2として、V2/V1をパラメータとしている。これらの図に示されるように、ノーマリーブラックの場合の出力は、V2/V1の比率が大きくなるほどγ補正量が大きくなる方向に線形からずれることが分かる。これに対して、ノーマリーホワイトの場合には実効値が補正される方向のγ特性となる。

【0022】入力パルス幅に対する透過率（若しくは反射率）の特性であるところのγ特性は、それぞれのパルス幅の実効値に対応した透過率（若しくは反射率）から求めることができる。従って、実効値に対する透過率の特性が線形であれば図18及び図19に示される特性がそのままγ特性となる。また、γ特性が人間の視覚特性（明度指数）の逆特性に近いものであれば、γ特性が1である変調素子と比べてビット数が少なくても同じ階調数が表現できるということもいえる。ノーマリーホワイトではγ特性が1よりも大きくなることが知られており、したがってノーマリーホワイトである変調素子を用いれば、高速応答の素子を用いる場合よりビット数を少なくしても同等の階調表現が可能とされることになる。つまり、実効値応答と見なせることになる。即ち、いかなる入力波形に関わらずその実効値が等しければ同じ平均透過率を示すのは十分応答速度が遅い場合であり、逆に十分早ければγ特性は1となる。十分応答速度が遅く実効値応答と見なせる場合の実効値—透過率の特性は、スタッティック駆動における入力電圧振幅—透過率の特性と一致するからである。

【0023】＜連続的パルス出力と透過率の関係＞また、連続的なパルス出力であれば、変調素子の応答速度に関わらずパルス幅と液晶透過率の関係を単調に変化させていく駆動が可能となる。ただし、γ特性は変調素子の応答速度によって変化する。そこで、3種類の応答速度の特性を示す場合におけるγ特性を調べた結果を、図20、図21、及び図22に示す。図20は応答速度が比較的遅い場合、図21は適当である場合、図22は比較的速い場合が示されており、256階調に対応する入力に対する平均透過率の関係によってγ特性を示している。また、これらの図においては、比較のために、実効値応答と見なせる十分遅い応答速度の場合とγ2.2の特性を共に示している。

【0024】これらの図を比較して分かるように、γ特性としては、液晶の速度が遅くなるのにしたがって実効値応答に近づいていくのが分かる。これに対して応答特性が速くなった場合には、低い階調で粗くなる傾向とな

る。そして、応答速度が適切であるとされる場合のγ特性は、実効値応答とは完全に一致するものではないが、γ特性に関しては実効値応答よりもγ2.2に近い。また、上記図21に対応して、適当な応答速度においてピーク透過率を基準として256階調における明度指数L*を計算した結果を図23に示す。この図23によつては適当な応答特性を持つ場合にγ特性が良好になることが分かる。

【0025】＜一般的PWM方式と階調再現性＞この説明にあたり、「一般的PWM方式」とは時間幅に重みをつけた複数のビットプレーンの組み合わせにより階調を再現する場合をいうこととする。PWM方式による駆動において、十分応答速度が遅い場合には実効値が等しければパルスの並びには関係なく同じ平均透過率を示す。しかし、応答速度が速くなるに従い、入力パルス時間幅に対して平均透過率は不連続な点が出てくる。ここで、4ビットにより16階調を表現する場合を例に、再度、応答特性に応じたγ特性についての実験結果を図24、図25、及び図26に示す。図24はγ特性の点で応答速度が比較的遅い場合であり、図25は応答速度が適当な場合、図26は応答速度が比較的速い場合である。

【0026】図24は応答速度が比較的遅い場合に対応した特性であるが、この図に示される特性としては、先の図20に示した特性と概ね一致する結果が得られている。これは、入力の波形に関わらず、実効値が同じであれば平均透過率は一致することを示している。これに対して、図25及び図26に示す特性では、入力値5、入力値10のときにリニアでなくなっている。つまり、入力に対する階調が不連続となっている。

【0027】ここで、上記図24～図26の各図に示した結果を得た際の一般的PWMにおける入力値（階調）とビット出力パターンとの関係を図27に示す。この図においては、16階調を4ビットにより表現する場合が示されている。そして、時間幅の重み付けとしては、ビットプレーン0=1、ビットプレーン1=2、ビットプレーン2=4、ビットプレーン3=8となっている。

【0028】先に24及び図26に示した特性としては入力値5、入力値10のときに特性が連続的でなくなっているのであるが、図27に示すビット出力パターンを参照して分かるように、入力値（階調）=5、10のときは、1フィールド期間内に間隔を空けて2以上の独立したビット出力が存在している。つまり、1フィールド単位の時間間隔内において、2以上のビット出力が存在するときに階調表現のリニア性が失われる。

【0029】なお、図27において見る限りは、例えば入力値（階調）=6のときのように、入力値（階調）=5、10以外にも1フィールド内に2以上の独立したビット出力が存在している場合があるが、このような出力パターンの場合には、前又は後の隣接するフィールドと連結してみた場合にはビット出力が連続する。具体的に

10

20

30

40

50

は、例えば入力値（階調）＝6について、1フィールドがビットプレーン1→2→3→0の順に出力されるものとして見れば、1フィールド内でビット出力が連続していることになる。つまり、この場合には、「1フィールド内において2以上の独立したビット出力が存在する」とはいえないものであり、入力値（階調）＝5、10の場合とは異なって、平均透過率の連続性は保たれることになる。

【0030】そして、上記図24～図27を基とする説明からは、次のようなことがいえる。PWM方式によるビット出力パターンとして1フィールド内において2以上の独立したとみなせる光出力が存在する以上、連続的階調表現が保たれないことになる。ただし、これは変調素子の応答速度が或る程度以上速いことを前提としてのことである。つまり、変調素子の応答速度が速いほど、1フィールド内における複数の独立ビット出力期間に
10 応答して、変調素子自体の応答状態として、光を出力しない黒レベル期間が顕著となるからである。これに対して、例えば図24に示したように、変調素子の応答速度が十分遅ければ、1フィールド内に独立したビット出力があつたとしても、変調素子自体はこの独立したビット出力期間内において光の出力（透過）を継続する応答状態とすることが可能となるから、連続的階調表現が可能であることになる。

【0031】そこで、応答速度が十分に遅い変調素子をPWM駆動するとすれば、独立したビット出力として許容される時間間隔は、その変調素子が実際に有する応答速度に依存することになる。換言すれば、変調素子が有する応答速度に応じて、独立ビット出力の時間間隔を設定すれば、連続的階調表現が可能となるわけである。

【0032】そして、1フレーム期間内において許容される独立ビット出力の時間間隔を決定するのにあたっては、その時間間隔により変調素子の応答状態が黒レベルまで下がっているか否かを判断要素とすることができることになる。

【0033】また、独立ビット出力の時間間隔と変調素子（ここではノーマリーホワイトであるとする）の平均光透過率との関係を調べてみたところ、次のような結果が得られた。PWM駆動にあたっては、図28に示す駆動波形を使用することとした。つまり、駆動波形の連続的出力期間内において1つの独立ビット出力の時間間隔を配置しているものである。そして、この駆動波形によって変調素子を駆動した場合として、上記独立ビット出力の時間間隔位置に対応する平均透過率としては、図29に示す結果が得られたものである。図29に示す結果を得るのにあたって、駆動波形としての総合出力時間幅は、1フレーム期間の60%に固定し、10%の時間間隔位置を10%づつずらした。この10%の時間間隔位置はフレーム期間の最初から出力させていくものとしており、図29に示す横軸は、10%づつずれていく時間間隔位置を

示している。例えば横軸における値2は、図28に示す時間間隔の位置がフレーム期間の開始位置から10%～20%の位置であることを示しており、値7は60%の時間幅の出力が完全に連続に行われている場合を示している。

【0034】上記図29に示される結果によると、連続な出力からの平均透過率のズレは連続的出力の中間に時間間隔が位置する場合に大きくなっていることが分かる。これにより、連続的でない独立ビット出力群の時間間隔が同じであるとすれば、連続的ビット出力の直前に時間幅の短いビットから出力するようにすれば、階調の不連続性が軽減されるという結論も導き出されることになる。

【0035】2. 考察に基づくサブフィールドの再構成<サブフィールド再構成>そして、本実施の形態としては、上述してきた考察結果を基に、基本概念的には図1に示すようにしてPWM駆動のためのサブフィールドを再構成することとした。ここでいう再構成とは、連続的なパルス出力とするためにビットデータを演算し、新たなサブフィールドデータを得るようにすることをいう。このような演算は、例えば実際のシステムにあつては、フレームメモリに格納する前に行うことも可能である。格納前に行う場合には論理ゲート数が少なくて済むこと、演算の回数が1フレームあたり1回で済むことが利点であるが、フレームメモリ容量が大きくなる。これらのシステム構成は画素数、フレーム周波数、階調数等によって最適なシステムを選択するべきものである。

【0036】この図1に示すサブフィールドの構成（サブフィールド出力パターン）は、32階調（5ビット）を表現する場合を示している。そして、演算処理として、ここでは下位2ビット（ビットプレーンNo.0, No.1）について、例えば図27に示した一般的PWMとしてのビットプレーンNo.0, No.1をそのまま出力するようにしており、これより上位のビット（図27のビットプレーンNo.2～No.4）を連続的出力となるように演算して再構成している。ここでは、計9ビットプレーン（サブフィールド）により形成される。例えば、完全に連続的なパルス出力を得る場合にはサブフィールド数+1で表される階調数しか表現できないのであるが、図1に示されるようにして下位ビットをそのまま出力し、上位ビットを連続的出力となるように新たなサブフィールドを構成すれば、同じビット数でも表現可能な階調数を増加させることができる。

【0037】また、図1に示すサブフィールド構成では、3ビット以上が連続的出力となるようにするために、図示するようにして、3ビット以上のビットプレーンでは、ビット出力は下位ビット側に詰めるようにしている。また、ここでもビットに対応する重み付けが、時間幅に対応したものとなる。

【0038】上記図1に示したサブフィールドの出力パターンにおける特性を図2に示す。なお、この図にお

いても、比較として、実効値応答と見なせる十分遅い応答速度の場合と γ 2.2の特性を共に示している。この図からも分かるように、入力値に対する平均透過率は、ほぼ連続的な出力となっている。これは、許容される時間間隔内に全てのビット出力が行われるという条件を満たすことで、ビットの並びに関わらず、その実効値が等しければ同じ平均透過率が得られることを示している。

【0039】ところで、一般的PWMのサブフィールドパターンをそのまま出力する下位ビット数は、図1に示したように、ビットプレーン0, 1の2ビット分に限られる必要はない。つまりは、前述した考察結果からも明らかなように、変調素子の応答がビット出力パターンによって決定される時間間隔において、黒レベルまで下がりないビット数とされればよいわけである。したがって、例えば変調素子の応答速度がより遅ければ、下位ビット数を増加させてもよいことになる。

【0040】＜実効値電圧の調整＞PWM駆動においては、適当な2つの電圧VL, VH（図28参照）が決定されれば、その間の実効値電圧を得ることができる。そして、その実効値電圧に対応する平均透過率を得ることが可能となる。PWM駆動において階調表現するために実効値を調整する手段としては、画素電極電圧振幅、出力時間幅、対抗電極電位Vcomがある。コモン反転駆動の場合VH-VLが画素電極電圧振幅となる。電圧軸に対するシフト量は対抗電極電位Vcomの調整で可能となる。画素電極電圧振幅はアクティブマトリクスを構成するスイッチの特性に依存し調整範囲が決まる。調整範囲を下回る場合には出力時間幅の調整で任意の実効値を得ることは可能であるが、先述したように液晶の応答速度とサブフィールドの出力の並びによっては望ましい階調表現ができない場合がある。調整方法としては、以下のものが挙げられるが、これらは用途によって使い分けられるべきものである。

1. 各サブフィールドの時間幅を調整し、次のサブフィールドまでの休止期間（黒レベル）を設ける。
2. 各サブフィールドの時間幅を調整し、フィールドの最初もしくは最後にフィールド調整期間（調整用サブフィールド）を設ける。なお、このような実効値電圧調整のための具体例については、後述することとする。

【0041】＜ γ 特性とコントラスト＞ γ 特性は2～3の範囲が階調再現性の点で望ましいとされているが、 γ 特性は黒レベル電圧、白レベル電圧の設定によって変化する。変調素子がノーマリーホワイトである場合について言及すれば、白レベルは最大透過率が得られる電圧に設定される。これに対して一般的には黒レベル電圧が高いほど黒レベル透過率が下がりコントラストが上がる。しかしながら、黒レベル電圧を上げれば全体に γ 特性は γ 値が大きくなる傾向となる。この場合、望ましい γ 特性を得る黒レベル電圧と要求されるコントラストから決まる黒レベル電圧値とは一致しない可能性がある。

【0042】そこで、本実施の形態としては、 γ 特性調整用のサブフィールドを1個設けることを提案する。その具体例は後述するが、これによって、 γ 特性の調整とコントラストの確保の両立が可能となるのである。ノーマリーホワイトを例に挙げると、黒レベル電圧は要求されるコントラストから決める。また、これとは別に望ましい γ 特性が得られる実効値－平均透過率の関係を求めておく。そして、この場合の黒レベル実効値とコントラストの要求から決まる黒レベル電圧との差分を時間幅に換算する。この時間を γ 特性調整用のサブフィールド時間とし黒表示以外の場合に出力するのである。ところでこの駆動においては黒レベルと低域の階調との連続性が得られなくなる可能性を有するが、この連続性を問題とする場合には誤差拡散法、ディザ法を併用することで解決することが可能である。

【0043】＜フィールドシーケンシャル方式＞ところで、いわゆるカラーシャッターともいわれる、時間的に色を切り替える手段として、液晶セルと位相差板の組合わせによって透過光の色を高速に切り替えることが可能な素子が提案されている。例えばこれは、Colorlink社からColorSwitchという商品名で商品化されている。ここで、PWM駆動において、変調素子の応答が黒レベルにまで下がっている状態の時間間隔を空けたビット出力は独立なものを見なせる。したがって、このようなサブフィールド出力と、カラーシャッターとを組み合わせることで、カラー表示が可能となる。つまり、1フレーム期間内においてR, G, Bをフィールド期間ごとにシーケンシャルに切り換えることでカラー表示を行う、いわゆるフィールドシーケンシャル方式といわれる駆動方式を実現することが可能となるものである。例えば、白色光の光源との組合わせにより時間的に原色信号に対応した色度点を持つ照明光が得られ、その色切り替えと同期して対応する変調を変調素子で行うことで可能となる。

【0044】＜フィールドシーケンシャル方式における白ピーク輝度改善のための駆動方法＞カラーシャッターにおける色切り替え時間は2色の混色となるが、例えばR, G, Bの各色を時分割で切り換える単板式によるフィールドシーケンシャル表示では、R-G, G-B, B-Rの色切り替え時間の総和の色は白と見なすことができる。そこで、原色の表示と白信号が含まれた場合において、変調素子への入力値を変えることにより白ピーク輝度を改善することが可能となる。ただし、色の表示を違和感なく再現するためには、信号のゲイン調整とサブフィールドの再構成に工夫が必要となるのであるが、この具体例についても後述することとする。

【0045】＜LVの構成と階調数、転送速度、データバス幅の関係＞また、液晶によるライトバルブの構成例として全面素一括のデータ書き換えが可能な構造が提案されている（特開平11-75144）。このようなライトバルブの構造として、CMOS構造による1画素の構成を図3

に示す。この図に示すように、1画素の構造は、図示するようにして接続される5つのトランジスタQ1～Q5を備えて成る。トランジスタQ1には、図示するようにしてゲートに対して垂直方向の走査信号が印加され、ドレインに対して水平方向の画素データが印加される。また、トランジスタQ1のソースは、トランジスタQ2を介して、トランジスタQ4、Q5の各ゲートと接続されるようになっている。トランジスタQ4、Q5は、図示するようにして直列接続されて、電源ラインとグランド間に対して挿入される。そして、トランジスタQ3、Q4の接続点10が画素電極とされ、この画素電極と対抗電極電位 V_{com} との間に、変調素子である液晶層LCが挟まれるようにして位置することになる。また、トランジスタQ3のソースとトランジスタQ4～Q5のゲート間に設けられるトランジスタQ2のゲートにはセット信号(set)が入力される。また、トランジスタQ3は、図示するようにして、ドレインに対してスイッチSWが接続されている。このスイッチSWは、電源ラインまたはグランドに対して接続するように切り換えが行われる。トランジスタQ3のソースはトランジスタQ2のソースとトランジスタQ4～Q5のゲート間に対して接続される。そして、トランジスタQ3のゲートにはリセット信号(reset)が入力される。

【0046】ここで、セット信号が入力されてトランジスタQ2がオンとなることで、前段のメモリ(トランジスタQ1)に格納されたデータを全画素一括で書き換えることができる。また、リセット信号を入力してトランジスタQ3をオンとすることで、黒レベルもしくは白レベルに全画素一括で書き換えることも可能としている。なお、本発明としては、全画素一括にデータを書き換える必要は必ずしも必須ではないが、全画素一括でデータの書き換え、リセットが可能であることは、PWM駆動によって階調数を増やす場合には有効となる。そして、このようなライトパルプの構成であれば、基本的には最小ビット時間幅によって転送レートが決定されることになる。したがって、1ビットプレーンのデータを書き換える時間は

$1/\text{転送レート} \times H\text{画素数} \times V\text{画素数} / \text{データバス幅}$

であらわすことが可能となる。例えば60Hz(フィールド周波数)、1365(H)×768(V)の画素数のLVをデータバス幅32で転送すると256階調表示の場合の転送速度は500MHzとなる。そして、セット信号を画面垂直方向に例えば2分割して入力するようにすれば、転送速度は1/2とすることができ、表示動作に余裕が得られることになる。さらに、リセット信号によって表示データをリセットすることで転送速度をより低下させることが可能になる。例えば図4に示すようにして、画面を垂直方向に4分割してリセットグループ1～4を形成し、図示するタイミングによって、データのロードに対して、セット、リセットを行うようにすれば、転送速度を1/4にする

ことができる。なお、データをリセットする場合には、黒表示期間が存在することになるが、例えばこのときに既にセットされているとされるデータをロードするまでの時間を、液晶層LCの応答が黒レベルに達しない時間間隔内に収めることで連続的階調表現が可能となる。

【0047】3. 本実施の形態としての表示駆動方法(第1例)

本実施の形態としては、基本概念として上記のようにしてサブフィールドを再構成するようにされる。そして、本実施の形態の実際としては、上記した基本概念にしたがって、以降説明するようにしてPWMによる表示駆動を行うようにされる。そこで先ず、本実施の形態のPWM駆動としての第1例について説明する。

【0048】図5は、第1例としてのサブフィールドの構成例を示している。ここでは、実際に要求される階調であるところの256階調(8ビット)を表現することとしている。この第1例のサブフィールド構成(サブフィールド出力パターン)としては、下位3ビット(ビットプレーンNo.0, No.1, No.2)について、一般PWMと同じビット出力パターンとしている。そして、下位4ビット目以降(ビットプレーンNo.4以降)については、演算により再構成された新たなサブフィールドを出力するようにしている。つまり、システムにおいては、例えば一般的PWMに応じた8サブフィールドから成るビット出力パターンをメモリに格納しているものとされた上で、下位3ビット(ビットプレーンNo.0, No.1, No.2)については、メモリからそのままデータを出力する。これに対して、下位4ビット以上(ビットプレーンNo.3～No.7)については、所定の演算回路によって演算を行うことで、図5に示すビットプレーンNo.4～No.34として示されるサブフィールドを形成してビット出力を行うものである。ここで、演算によって得られるサブフィールドとして、先ず、ビットプレーン数としては、ビットプレーンNo.4～No.34から成る21個が形成される。そして、この場合にも、先の図1においても説明したのと同じように、新たに構成されたこれらのサブフィールド(ビットプレーンNo.4～No.34)については、ビット出力を下位ビットに連続的に詰めるようにしている。

【0049】さらに、この図5に示すサブフィールド構成においては、下位3ビット目と下位4ビット目との間に、ビットプレーンNo.3として、 γ 特性補正用のサブフィールドを1つ追加している。

【0050】ここで、図5に示すサブフィールド構成において、最小ビット(ビットプレーンNo.0)は出力時間を1/2としている。これは、出力時間が1/2となるようにリセット信号(図3参照)を出力することによって実現できる。また、4ビット目以降のサブフィールド(ビットプレーンNo.4～No.34)の時間的重みは8とされ、上記した γ 特性補正用のサブフィールドの時間的重みは25としている。この場合、ビット出力に際して生

じる最大時間間隔は1フィールド期間の3%となり、例えばフィールド周波数=60Hzであれば0.5msとなる。

【0051】この第1例としてのサブフィールド構成は、次のようなライトパルスを前提としている。つまり、ライトパルスとしては反射電極を有する反射型の構造であり、ノーマリーホワイトのTNモードであるとした。また、物性定数、液晶セルの条件は以下のようになっているものとした。

<液晶物性定数>

Δn : 0.2 ($n_o=1.5194, n_e=1.7214$)

$\Delta \epsilon$: 9.8 ($\epsilon_p=15.6, \epsilon_s=4.8$)

k_{11} : 13.9

k_{22} : 6.95

k_{33} : 12.5

γ_1 : 0.04Pa*sec

<セル定数>

セル厚: 1.9 μ m

ツイスト角: 54°

プレチルト角: 3°

配向方位: 27°

また、黒レベル電圧: 2.7V、白レベル電圧: 1.3V、フィールド周波数: 240Hzとしている。

【0052】そして、上記図5に示したサブフィールド構成によるPWM駆動を行った場合の γ 特性を図6に示し、256階調に応じた明度指数 L^* を計算した結果を図7に示す。図6においては、 γ 特性として、波長530nmの場合の入力値0~255に対する平均透過率を示している。また、図7においては、白ピークを基準とした場合の計算結果が示されている。これらの図からも分かるように、本実施の形態としては256階調を表現するの

【0053】4. 本実施の形態としての表示駆動方法 (第2例)

続いて、本実施の形態としての表示駆動方法の第2例について説明していくこととする。この第2例においては、フィールドシーケンシャル方式によりカラー表示を行う構成が採られていることが前提となる。

【0054】本出願人によっては、R(赤)に対応する1枚のライトパルスと、G(緑)、B(青)の2色に対応した1枚のライトパルスを備えると共に、時間的に色切り換えを行う色切り換えシャッターによっては、上記G、Bについての色切り換えを行うようにされた、2板式によるフィールドシーケンシャル方式の構成が提案されている(特願2000-46833)。

【0055】図8は、このような2板式に対応したプロジェクタ装置の構成を簡略に示している。この図に示すプロジェクタ装置において、例えば光源としてのランプ1から照射された光は、リフレクタ2により反射されて光軸にほぼ平行となるようにコリメートされてマルチレ

ンズアレイ3に対して出射される。マルチレンズアレイ3を透過した光は、例えばミラー4により進行方向を曲げられ、コンデンサーレンズ5を介して色切り換えシャッター6に対して入射される。

【0056】色切り換えシャッター6は位相差板及び液晶セル等を備えた構造を有し、この場合には、1フレーム期間内において、R(赤)の光については定常的に出力するようにされたうえで、B(青)、G(緑)の光を時間的に切り換えるようにしてフィールドシーケンシャルに出力するように駆動される。

【0057】色切り換えシャッター6を透過したRの光は、光合成素子9内のダイクロイックミラーによって進行方向が変換され、Rに対応したRライトパルス7に対して入射される。また、色切り換えシャッター6によって色切り換えが行われてフィールドシーケンシャルに出力されるB(青)、G(緑)の各光は、PBS(Polarization Beam Splitter: 偏光ビームスプリッタ)9を透過してB、Gに対応したB/Gライトパルス8に入射される。そして、Rライトパルス7にて変調されたRの光と、B/Gライトパルス8にて変調されたB、Gの光は、光合成素子9から投射レンズ10に対して入射されるようになっている。投射レンズ10では、光合成素子9から入射された光束を投射光に変換して、例えばここでは図示しないスクリーンに対して投射するようにされる。

【0058】このようなフィールドシーケンシャル方式もまた、本来は、応答性が高いとされる変調素子をライトパルスとして使用することを前提としているのであるが、先に説明した実効値応答を基とした考察によれば、フィールドシーケンシャル方式のもとで応答性が低いとされる変調素子を使用した場合にも、これに対応して再構成したサブフィールドによってPWM駆動を行うことで連続的階調表現が可能であるということがいえる。

【0059】図9は、色切り換えシャッター6と、ライトパルス(Rライトパルス7、B/Gライトパルス8)の駆動タイミングを示している。つまり、2板式によるフィールドシーケンシャル方式の色切り換えタイミングが示されているものである。そして、この図9においては、上述もしたように、実効値応答に対応するPWM駆動を前提として、階調表現を実現するための駆動タイミングが示されているものである。

【0060】まず、色切り換えシャッター6における色切り換えタイミングは図9(a)に示される。このように、Rの光については、フレーム期間において定常的に透過する状態となるようにされている。一方、B、Gの各光については、1フレームのはじめの期間においては、まず、Bの光を透過させるB表示期間が得られるようにし、或る所定タイミング(W表示期間開始時点)で、Gの光を透過させる状態に切り換えていくように色切り換えシャッター6を駆動することになる。この

ときには、色切り換えシャッター6における液晶セルの応答速度に依存して、Bの光の透過率が低下していく一方でGの光の透過率が高まっていくことで混色の状態となり、R、G、Bの3色が同時に透過可能な白色(W)表示期間が形成される。そして、ここでは、Bの光の透過率が0となる一方で、Gの光の透過率が100パーセントとなったタイミングでG表示期間に移行するものとされている。また、G表示期間を終了して次フレームのB表示期間に移行する際にも、Gの光の透過率が低下していく一方でBの光の透過率が高まっていくW表示期間が形成される。

【0061】そして、上記した色切り換えシャッター6の駆動タイミングに対応しては、図9(b)(c)

(d)(e)に示すようにして、ライトバルブ(Rライトバルブ7、B/Gライトバルブ8)に対する駆動を行う。つまり、R、G、Bの各色についてそれぞれ50%の出力とする場合には、図9(b)に示すように、Rライトバルブ7とB/Gライトバルブ8とについて、共に、W表示期間において液晶の応答として黒レベルとなるようにして駆動するようにされる。これにより、各色を均一に出力することが可能となる。また、R、Bをそれぞれ50%、Gを70%の出力とする場合には、図9(c)に示すように、B/Gライトバルブ8については、B表示期間終了後のW期間においても白レベルで応答するように駆動を行うようにして、G表示期間に至ったときにも所要の高階調の応答状態が得られるようにしている。そして、G表示期間内における或る所要のタイミングで以て階調が低下する応答となるように駆動する。また、G表示期間後のW表示期間においても、白レベルの出力が継続されるように駆動を行うようにされる。そして、このW表示期間の終了を以て、黒レベルへの応答となるように駆動する。なお、Rライトバルブ7については、W表示期間において液晶の応答として黒レベルとなるようにして駆動するようにされる。

【0062】また、R、Bをそれぞれ50%、Gを100%の出力とする場合には、図9(d)に示すように、B/Gライトバルブ8については、B表示期間終了後のW期間においても白レベルで応答するように駆動を行い、かつ、G表示期間及びその後のW表示期間においても、階調を低下させることなく白レベルの応答が継続されるように駆動する。

【0063】さらに、R、G、Bの各色を全て100%の出力とする場合には、図9(e)に示すようにして、Rライトバルブ7とB/Gライトバルブ8とで、1フレーム期間内において定常的に白レベルの応答が継続されるように駆動する。

【0064】そして、本実施の形態の表示駆動方法の第2例として、上記図9に示したB、G側の駆動を実現するためのサブフィールド構成は、図10に示すものとなる。この図は、無彩色32階調(5ビット)表示の場合

に対応したサブフィールド構成を示している。また、この場合に前提となる変調素子(B/Gライトバルブ8)の液晶物性定数、セル定数、黒レベル電圧、白レベル電圧、フィールド周波数は、第1例の場合と同様であるとする。

【0065】図10に示されるように、ここでは5ビット(ビット0~ビット4)のうち、最下位ビット0のみをそのまま出力し、残る上位ビット1~4を新たなサブフィールド1~12(ビットプレーンNo.1~12)に並び替える演算を行い、下位ビット側に詰めて出力するようにしている。ここでは、サブフィールド12を色切り換え期間(W表示期間)としている。そして、このサブフィールド12の時間幅は液晶変調素子が白レベルから黒レベルに状態変化する応答速度によって決定することとしている。

【0066】また、サブフィールド12としての出力が、23階調以下では行われていないことから分かるように、単色の表示は23階調までとしている。そして、24階調以上については2色(C(シアン))以上の表示の場合に出力される。サブフィールド12はG、Bの何れか一方が時間幅75%を超える場合にのみ出力し、その場合にはC成分(G、Bのどちらか小さい値)を上位側に詰めて表示し、その差分は下位側に詰めて表示するようにされる。このようにして、サブフィールド12について、23階調以下ではビット出力させず、24階調以上ではビット出力させるというサブフィールド出力パターンとすることで、本実施の形態としては、白ピーク輝度について、より高いものとなるようにして改善することが可能となるものである。

【0067】ここで、色切り換えシャッター6は位相差板と液晶セルからなり、偏光子、検光子は平行の方位であるとする。また、液晶セルはセルを採用し、電圧を印加しない場合に特定の色を白から減色するものであるとする。この場合、色の切り換えの立ち上がりが速く立ち下がりが遅い特性となる。それぞれの色に対応する液晶セルは独立に駆動できるため、それぞれの色の立下り、立ち上がりのタイミングを調整することにより色切り換え期間(W表示期間:25%)のG-B、B-Gの平均透過率を、単色表示の期間であるB表示期間とG表示期間の透過率と一致させることができる。参考として、図11に、色切り換えタイミングと液晶応答特性を示す。この図においては、例えば1フレーム期間に対応した色切り換えシャッター6の液晶セルの駆動による透過率特性として、G表示とB表示の各特性が示される。また、ここでは比較として階調23のときのライトバルブの透過率の特性が示されている。

【0068】また、 γ 特性を考えたBの最適駆動条件は、およそ1.36V(白)-2.7V(黒)でありGの最適駆動条件はおよそ1.3V(白)-2.65V(黒)となる。そこで、Bのサブフィールドは、1.36V(白)という最適駆

10

20

30

40

50

動条件に対応した実効値が得られるようにすることを目的として、各サブフィールド期間内において、そのサブフィールドとしての期間長よりも短い時間でリセット

(2.7V) するようにされる。つまり、実効値調整のために、各サブフィールドの出力時間を調整するものである。このサブフィールドの出力時間調整によっては、サブフィールドごとに出力が停止される休止期間が形成されることになるが、この休止期間は、図10では、Bフィールド期間に対応するサブフィールド0~12において、各サブフィールドの間に挿入される調整区間Aとして示されている。なお、本実施の形態の実際として、この調整区間Aの時間幅は3%とした。つまりBフィールド期間において最大透過率を得る場合には1.3Vを97%出力し、2.7Vを3%出力する。このときの実効値は1.36Vとなる。

【0069】また、Gフィールド期間における実効値の調整にあたっては、ビット0のサブフィールドと次のサブフィールドの間に、3%の時間幅のサブフィールドを設けるようにしている。つまり、図10において、調整区間Bとして示されるサブフィールド期間をはさみこむものである。そして、黒レベル以外ではこの調整区間Bのサブフィールドを必ず出力するようにしている。また、この調整区間Bのサブフィールドを挿入する位置としては、ビット1のサブフィールドの前にあるようにされているのであるが、これは、演算によって新たに構成したとされる上位ビットの連続的出力の最下位側に対して調整区間Bのサブフィールドを挿入していることを意味する。つまり、実効値の調整を行うのにあたり、変調素子の応答に影響を与えにくい位置に挿入するようにしているものである。

【0070】上記図10により説明したサブフィールド駆動を行った場合の、入力(階調)に対する平均透過率(γ特性)、及び白ピークを基準とした明度指数L*を図12~図15に示す。図12及び図13は、それぞれBフィールド表示についての平均透過率と明度指数を示しており、図14及び図15は、それぞれGフィールド表示についての平均透過率と明度指数を示している。また、これらの図の結果を得るのにあたり、Bは470nm、Gは530nmの波長における透過率としている。これらの図からも理解されるように、B、Gともに、良好な階調再現性が得られているものである。

【0071】また、入力がGもしくはB原色の場合であると、32階調のうちで23階調を最大透過率とするためのゲイン調整を必要とする。そこで、本実施の形態においては、次のようにしてゲイン調整を行うようにされる。ここで、G、B入力信号は、その重み的には図16に示すようにして概念的に表すことができる。この図においてP(g)は原色信号であり、C(シアン)は2色信号となる。本実施の形態としては、G、B入力信号についてデガンマプロセスを施した後において、次に示すよ

うにしてマトリクス変換を行う。

【数3】

$$\begin{pmatrix} G' \\ B' \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} k_{Gg} & k_{Gb} & k_{Gc} \\ k_{Bg} & k_{Bb} & k_{Bc} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} g \\ b \\ c \end{pmatrix}$$

つまり、G、B入力信号について原色信号(b、g)と2色信号(C)に変換する。そして、原色信号(b、g)と2色信号(C)の各々についてゲイン調整を行った後、上記(数3)に示されるようにしてマトリクス変換を行うことで新たなG'、B'信号を求める。そして、このG'、B'信号をサブフィールドデータに変換して、B/Gライトバルブに入力するようにされる。そして、サブフィールドの演算については、図17に示すようにして行うようにされる。つまり、G'、B'信号として24階調以上(混色)であるかを判定し、24階調以上であればC信号の大きさの分だけ、上位にサブフィールドを詰めるようにしてビットプレーンを構成する。また、原色に対応するP(g)信号については、下位サブフィールドに詰めるようにしてビットプレーンを構成する。これにより、図10に示した24階調以上のサブフィールド配列を得ることができる。また、24階調より下の階調の場合には、原色表示のみとなるので、P(g)信号について下位サブフィールドに詰めるようにしてビットプレーンを構成するだけで、図10に示した23階調以下のサブフィールド配列が得られることになる。このようにして、C信号の大きさによりサブフィールドの構成を変更するようにすれば、図10に示したサブフィールド構成に対応したゲイン調整が可能となる。

【0072】なお、この第2例の説明にあつては、32階調表示の場合を例に挙げたが、第1例の場合と同様にサブフィールド数を増加することで表現可能な階調数を増加することが可能である。例えば256階調表示の場合には、図10に示したビット0を3ビットの構成とすれば実現できることになる。

【0073】また、これまでの実施の形態としての説明は、プロジェクタ装置に使用されるライトバルブの駆動方法として説明したが、プロジェクタ装置への用途に限定されることなく、直視型表示装置の場合に回答速度の遅い変調素子を用いてPWM駆動する場合においても有効である。液晶材料としてネマティック液晶を用いたがその他の強誘電材料、反強誘電材料等を用いる場合においても、さらには液晶に限らず他の変調手段においてもサブフィールド周波数との関係において相対的に応答速度が遅い場合には、本発明を有効に適用できるものである。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、1フレームとされる時間幅内において複数の独立した光出力期間

が存在しないようにされたサブフィールド出力パターンとしたうえで、このサブフィールド出力パターンによって PWM 駆動を行うようにされる。これにより、応答速度が各サブフィールドの時間に応答しないとされる程度に遅いとされる変調素子（表示素子）を用いて PWM 駆動を行うことによっても任意の階調数を得ることができ、また、良好な階調を再現することが可能となる。また、このような本発明の駆動方法であれば、線形出力の変調素子を使用した場合と比較して、 γ 特性が視覚特性により適合することになる。このため、本発明ではより少ない出力ビット数で、線形出力の変調素子を使用した場合と同等の階調表現が可能となる。これにより、例えばサブフィールド出力パターンを得るための演算回路系の処理負担を軽減し、より簡易な回路構成とすることが可能になるというメリットが得られることにもなる。

【0075】また、本発明では、所要の電圧実効値に応じた出力時間のサブフィールドの挿入を行ったり、また、所要の電圧実効値に応じて各サブフィールドの出力時間を設定するようにもしているが、これによつては、例えば γ 特性に基づく最適駆動条件に適合する電圧実効値に調整することが可能となる。つまり、良好な階調表現を得るための電圧実効値の調整を、サブフィールド出力パターンの加工によって容易に行うことを可能としている。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施の形態の概念に基づいて再構成されたサブフィールド出力パターンを示す図である。

【図 2】図 1 に示すサブフィールド出力パターンにおける γ 特性を示す図である。

【図 3】本実施の形態が対応する表示装置の画素の構成例を示す回路図である。

【図 4】図 3 に示す画素の駆動タイミングを示す図である。

【図 5】本実施の形態の第 1 例としてのサブフィールド出力パターンを示す図である。

【図 6】第 1 例のサブフィールド出力パターンにおける γ 特性を示す図である。

【図 7】第 1 例のサブフィールド出力パターンにおける階調再現性を示す図である。

【図 8】2 板式によるフィールドシーケンシャル方式に対応したプロジェクタ装置の構成例を示す図である。

【図 9】図 8 に示す構成における、本実施の形態としての色切り換えシャッター及びライトバルブの駆動タイミングを示す図である。

【図 10】本実施の形態の第 2 例としてのサブフィールド出力パターンを示す図である。

【図 11】本実施の形態の第 2 例のサブフィールド出力

パターンに対応した、色切り換えタイミングとライトバルブの応答特性との関係を示す図である。

【図 12】第 2 例のサブフィールド出力パターンにおける γ 特性として、B フィールド表示の場合を示す図である。

【図 13】第 2 例のサブフィールド出力パターンにおける階調再現性として、B フィールド表示の場合を示す図である。

【図 14】第 2 例のサブフィールド出力パターンにおける γ 特性として、G フィールド表示の場合を示す図である。

【図 15】第 2 例のサブフィールド出力パターンにおける階調再現性として、G フィールド表示の場合を示す図である。

【図 16】G、B 信号と、原色信号 (P(g)) 及び 2 色信号 (C) との関係を示す概念図である。

【図 17】第 2 例としてのサブフィールド再構成処理の流れを示すフローチャートである。

【図 18】PWM 駆動における入力値と実効値との関係（ノーマリーブラック）を示す図である。

【図 19】PWM 駆動における入力値と実効値との関係（ノーマリーホワイト）を示す図である。

【図 20】変調素子の応答速度が比較的遅い場合の γ 特性（256 階調）を示す図である。

【図 21】変調素子の応答速度が適当な場合の γ 特性（256 階調）を示す図である。

【図 22】変調素子の応答速度が比較的速い場合の γ 特性（256 階調）を示す図である。

【図 23】図 21 の場合に対応した階調再現性を示す図である。

【図 24】変調素子の応答速度が比較的遅い場合の γ 特性（16 階調）を示す図である。

【図 25】変調素子の応答速度が適当な場合の γ 特性（16 階調）を示す図である。

【図 26】変調素子の応答速度が比較的速い場合の γ 特性（16 階調）を示す図である。

【図 27】一般的 PWM におけるサブフィールド出力パターンを示す図である。

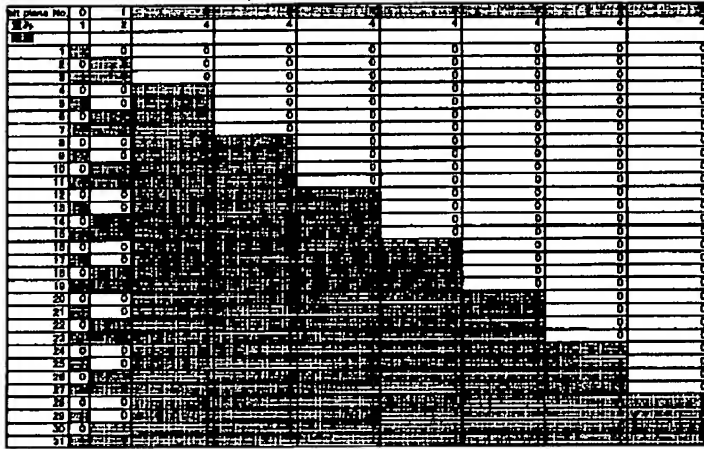
【図 28】図 29 に示す実験結果を得るために使用した駆動波形を示す波形図である。

【図 29】独立ビット出力の時間間隔位置に対応する平均透過率を示す図である。

【符号の説明】

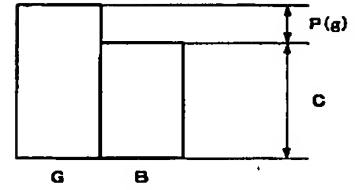
Q1~Q5 トランジスタ、SW スイッチ、LC 液晶層、1 ランプ、2 リフレクタ、3 マルチレンズアレイ、4 ミラー、5 コンデンサーレンズ、6 色切り換えシャッター、7 R ライトバルブ、8 B/G ライトバルブ、9 光合成素子、10 投射レンズ

【図1】

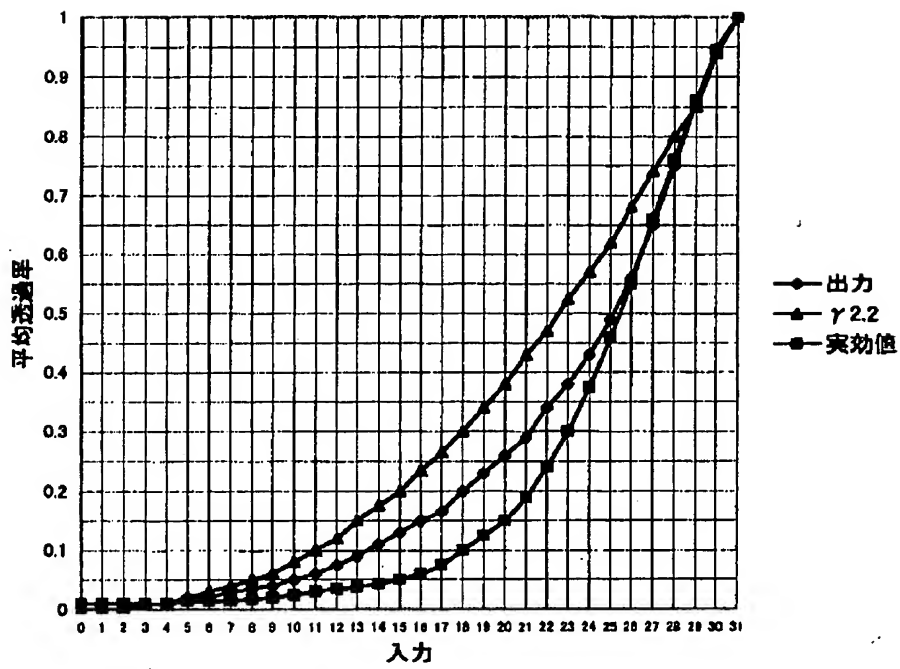


サブフィールド再構成後の離隔とサブフィールド出力の並び

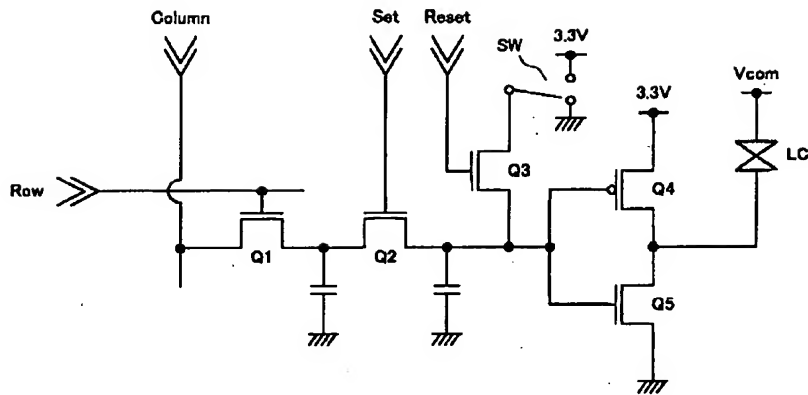
【図16】



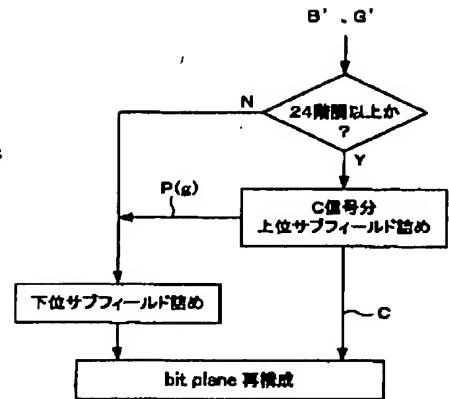
【図2】

サブフィールド再構成後の γ 特性

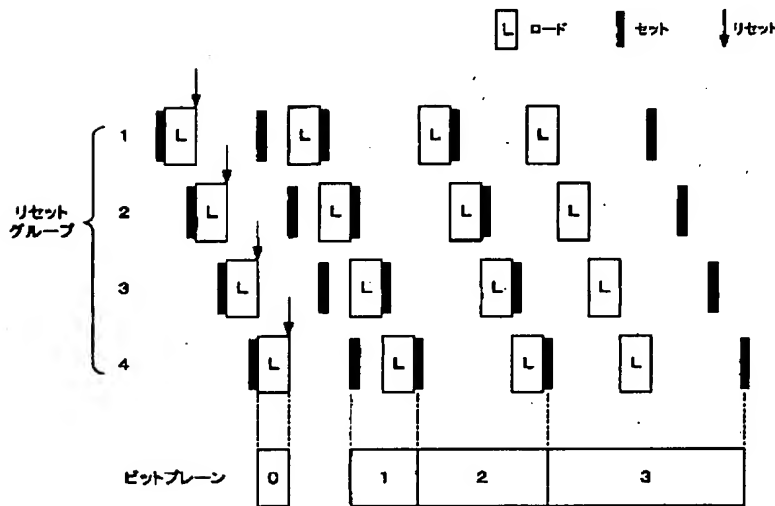
【図3】



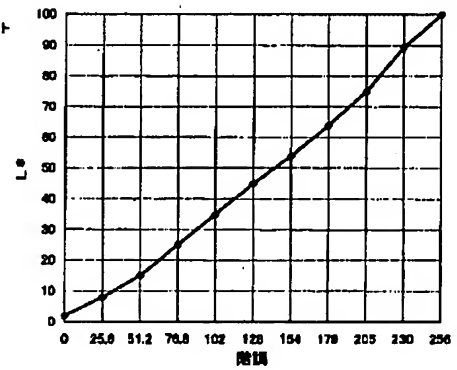
【図17】



【図4】

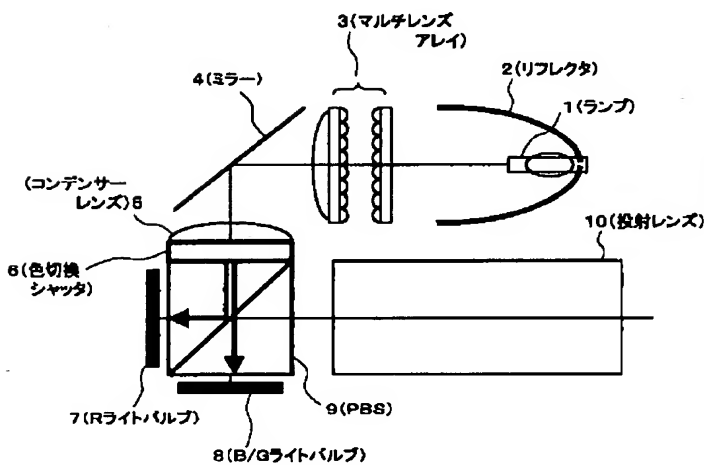


【図23】

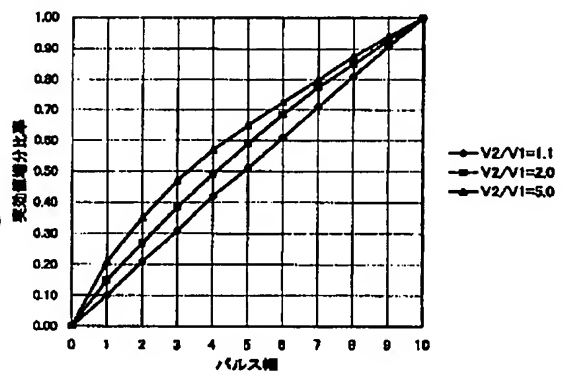


階調再現性

【図8】



【図18】



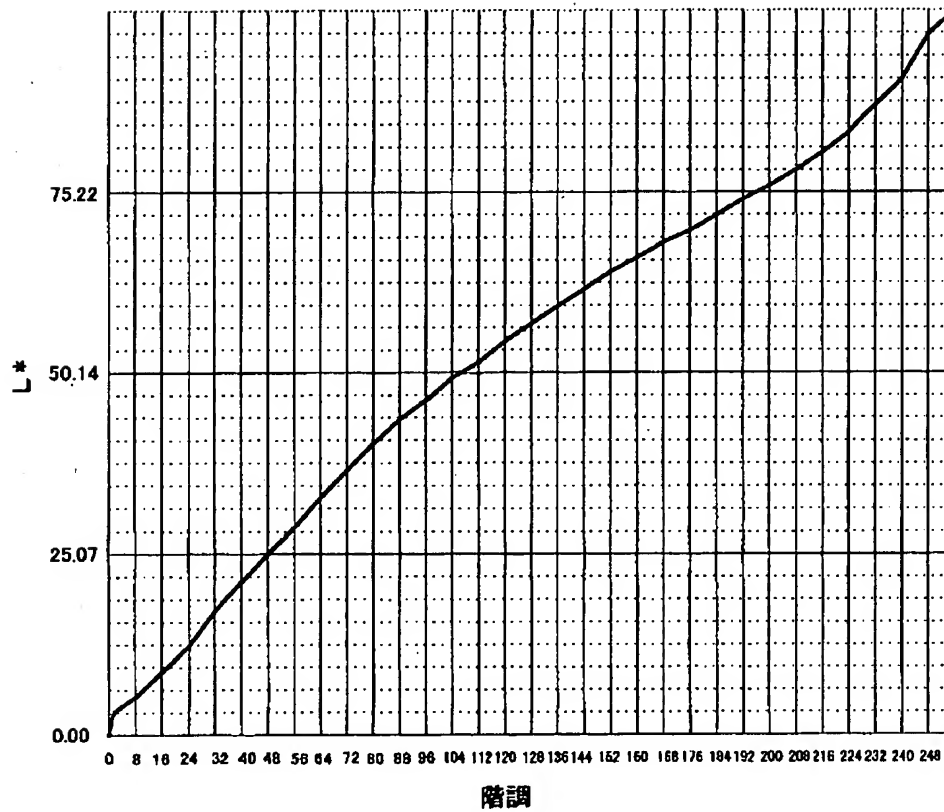
PWM入力と実効値の関係(N/B)

【図5】

[illegible]

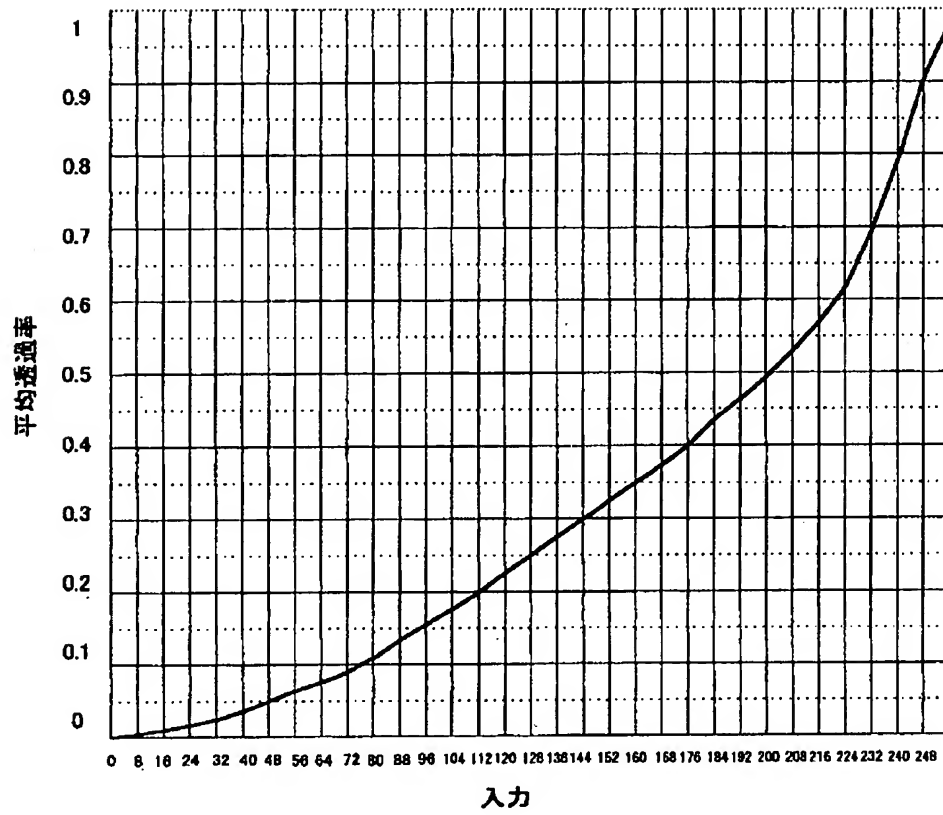
階調とサブフィールド出力の並び(第1例)

【図 7】

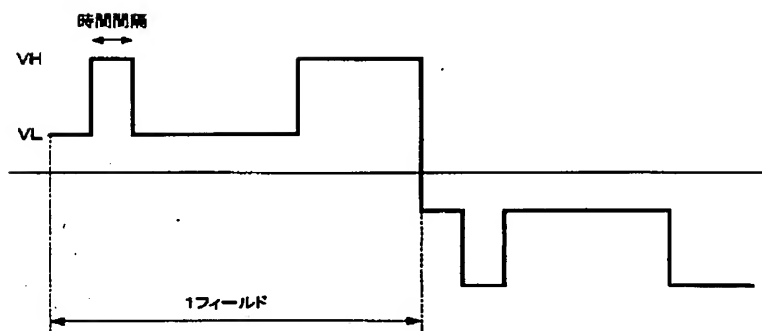


階調再現性(第1例)

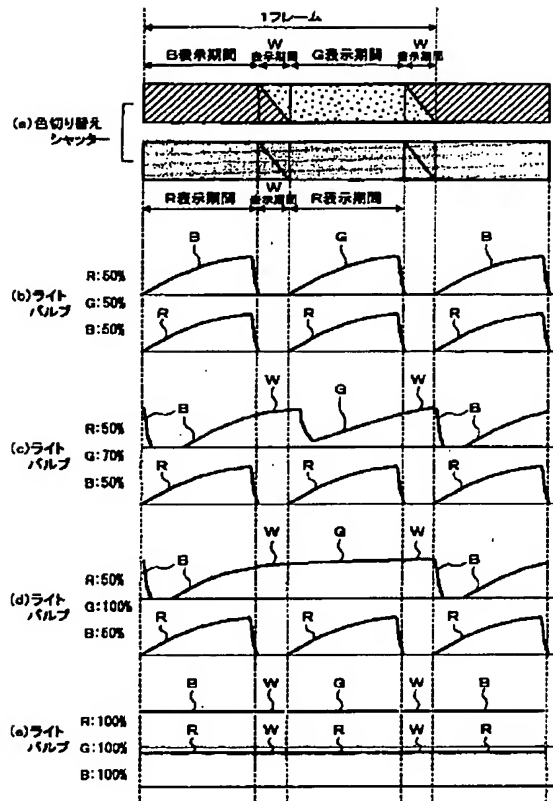
【図6】

 γ 特性(第1例)

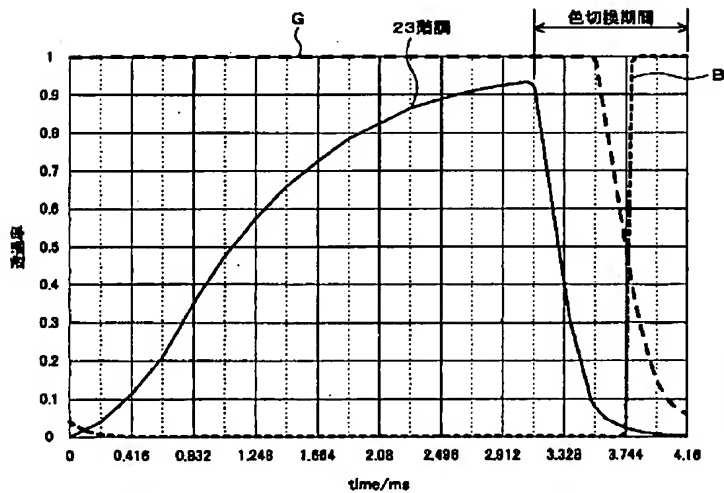
【図28】



【図9】

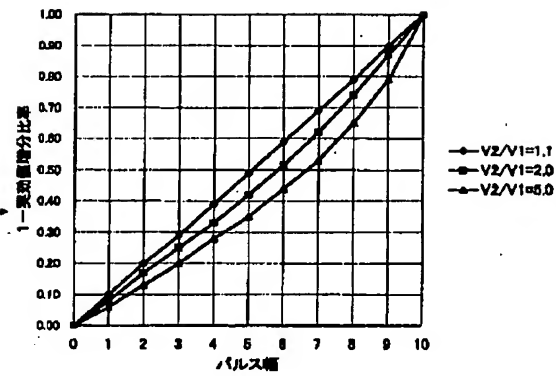


【図11】



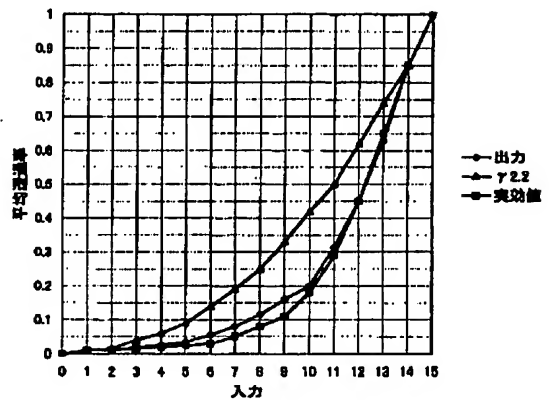
第2例における色切り符のタイミングと液晶時間応答特性

【図19】

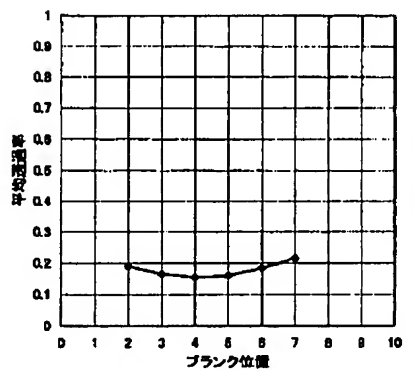


PWM入力と出力値の関係(N/W)

【図24】

比較的応答速度が遅い場合の γ 特性

【図29】



時間間隔位置と平均透過率の関係

【図10】

| Bフィールド | | | | | | | | | | | | Gフィールド | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| bit plane No. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 画素 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 13 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 階調 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

画素区画A

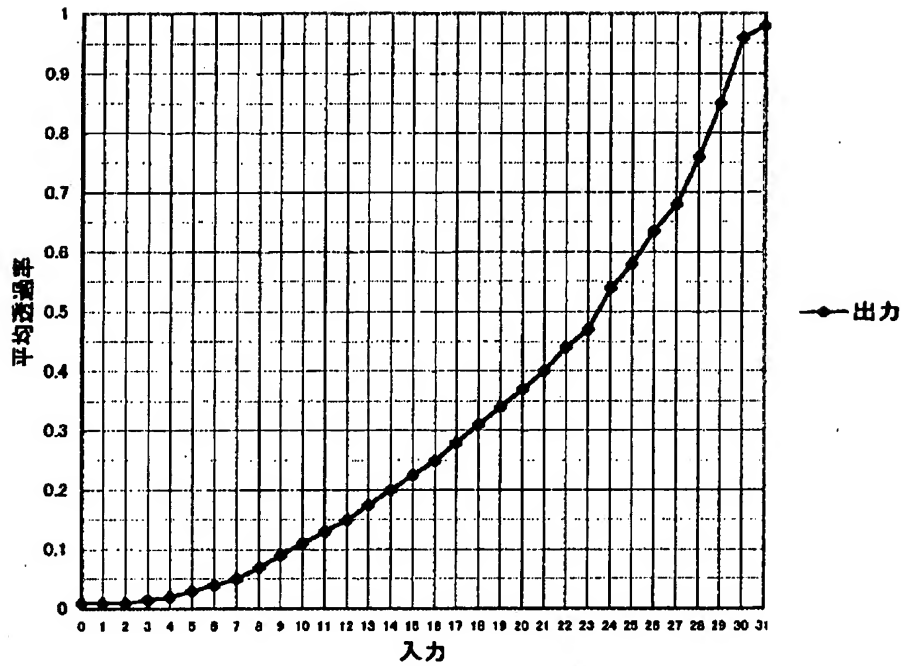
画素区画B

調整区画B

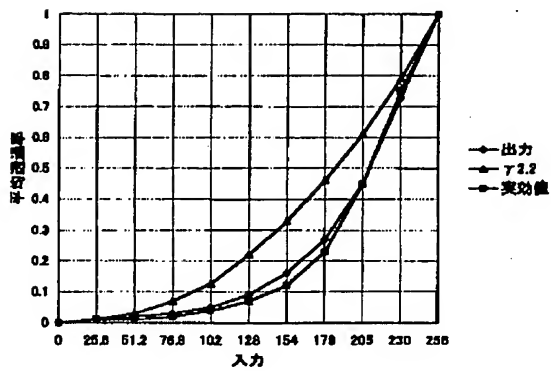
調整区画A

第2例における無彩色の場合の階調とサブフィールド出力並び

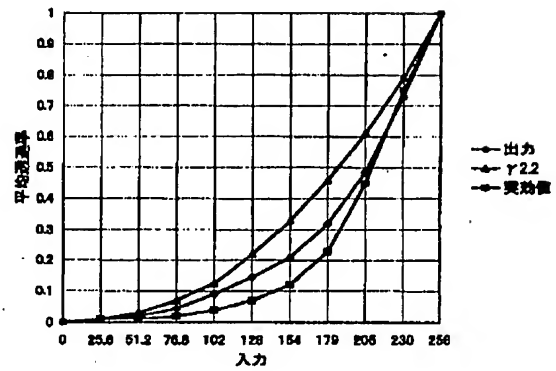
【図12】

第2例における γ 特性(B)

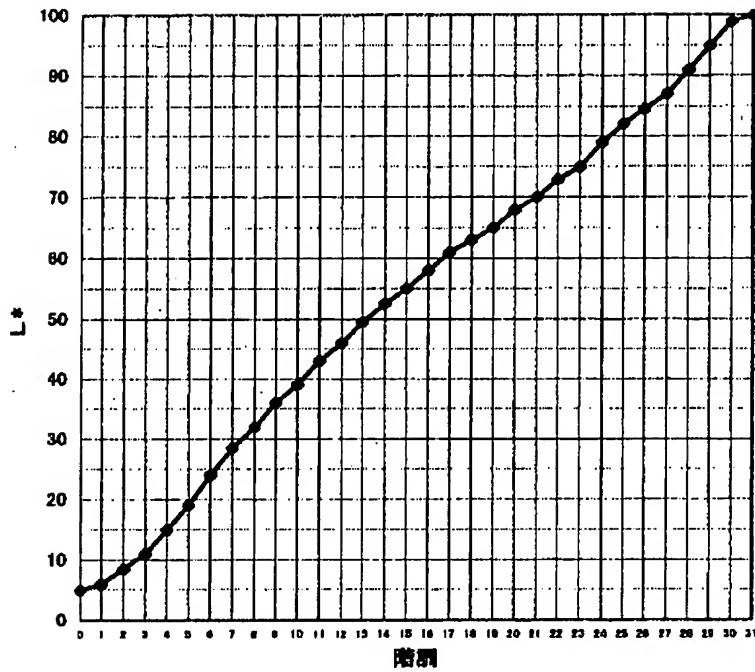
【図20】

応答速度が比較的遅い場合の γ 特性

【図21】

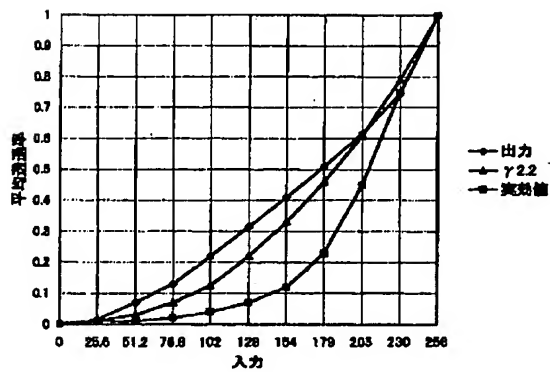
応答速度が適当な場合の γ 特性

【図13】

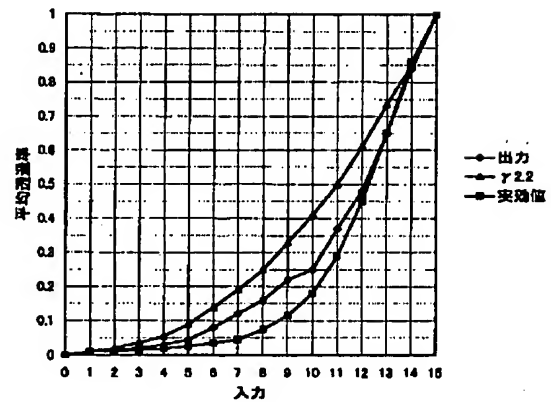


第2例における階調再現性(B)

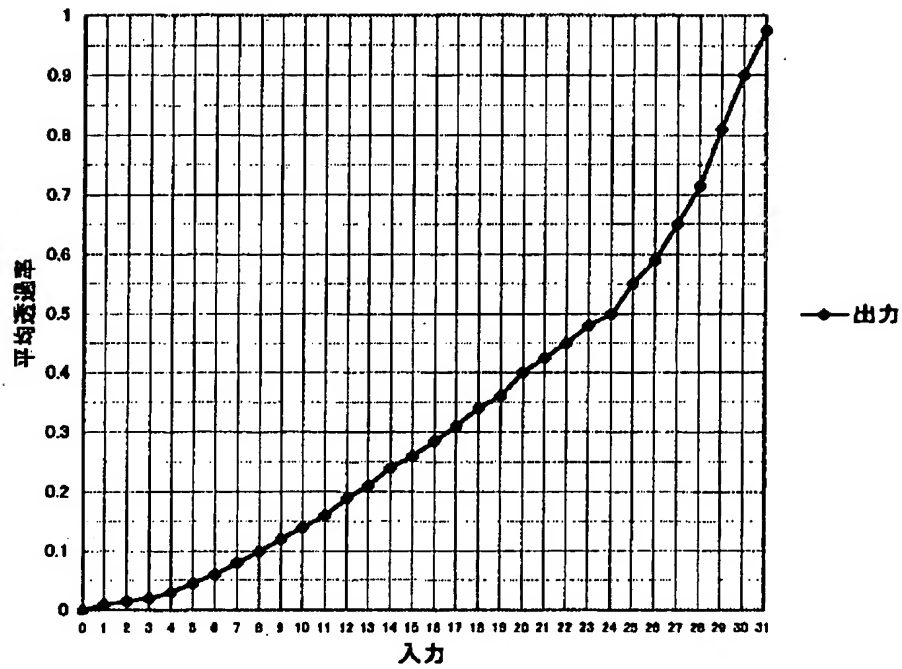
【図22】

応答速度が比較的速い場合の γ 特性

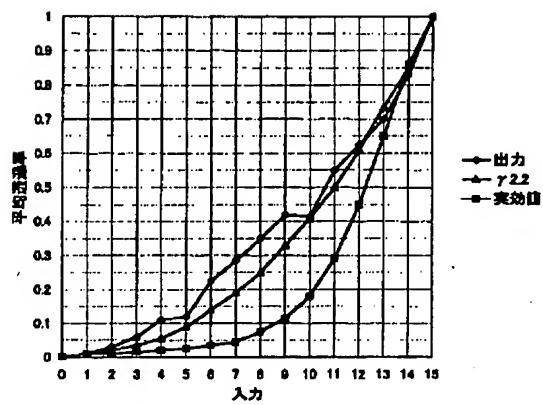
【図25】

比較的応答速度が適当な場合の γ 特性(4bit)

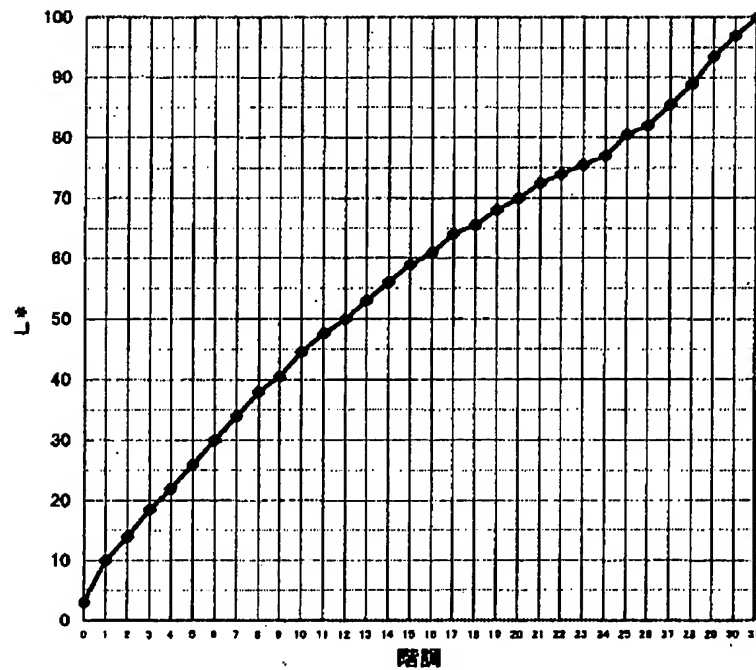
【図14】

第2例における γ 特性(G)

【図26】

比較的応答速度が速い場合の γ 特性

【図15】



第2例における階調再現性(G)

【図27】

| bit plane No. | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---------------|---|---|---|---|
| 重み | 1 | 2 | 4 | 8 |
| 階調 | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 |

階調と一般的 bit 出力の並び(4bit)

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード* (参考) |
|--------------------------|-------|--------------|--------------|
| G 0 9 G 3/20 | 6 4 1 | G 0 9 G 3/20 | 6 4 1 A |
| | 6 4 2 | | 6 4 1 E |
| | 6 8 0 | | 6 4 2 J |
| 3/34 | | 3/34 | 6 8 0 C |
| H 0 4 N 5/66 | 1 0 1 | H 0 4 N 5/66 | J |
| | | | 1 0 1 B |

Fターム(参考) 2H093 NA06 NA43 NA56 NA58 NA65
 NC13 NC16 NC43 NC44 ND06
 ND17 NF13 NG02
 5C006 AA14 AA15 AA22 AF44 AF46
 AF52 BB11 EA01 EC11 FA56
 5C058 AA11 BA02 BA04 BB03 EA02
 5C080 AA05 AA06 AA10 BB05 CC03
 DD03 DD21 EE29 JJ02 JJ04
 JJ05 JJ07